

EP0044512A1

Publication Title:

Method and apparatus for the cooling of vessel parts of a metallurgical furnace, especially an electric-arc furnace.

Abstract:

Abstract of EP 0044512

(A1) 1. A process for cooling parts of the container structure of a metallurgical furnace, which parts are subject to thermal loadings which fluctuate in respect of time and position, comprising a cooling box which is fitted into the wall region to be cooled or which forms the wall region and which includes a heat exchange surface on to which a cooling fluid is sprayed, characterised in that the temperature distribution in respect of space and time, on the heat exchange surface, is detected by a plurality of independent temperature measuring means and cooling fluid is sprayed on to the heat exchange surface region associated with the measurement value, over a large area thereof or in a localised manner, only so long as the respective measurement value is above the boiling point of the cooling fluid,; and that the amount of cooling fluid so sprayed is limited to a value in respect of which the cooling fluid is caused to evaporate spontaneously avoiding the formation of a coherent film of fluid.

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>



Europäisches Patentamt

⑯

European Patent Office

Office européen des brevets

⑯ Veröffentlichungsnummer:

0 044 512

A1

⑯

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑯ Anmeldenummer: 81105529.2

⑯ Int. Cl.³: F 27 D 1/12

⑯ Anmeldetag: 14.07.81

F 27 B 3/24, F 27 D 9/00

⑯ Priorität: 19.07.80 DE 3027465

⑯ Anmelder: Korf-Stahl AG
Moltkestrasse 15
D-7570 Baden-Baden(DE)

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.01.82 Patentblatt 82/4

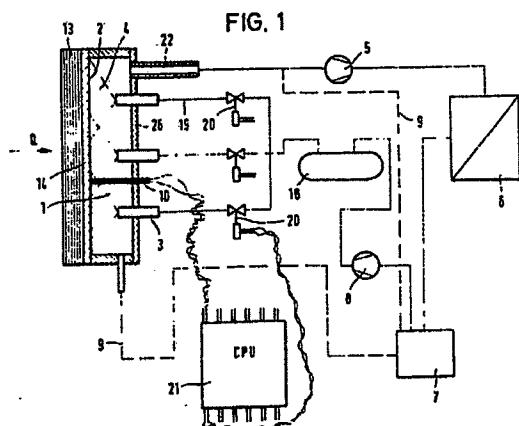
⑯ Erfinder: Marnette, Werner, Dr.
Feldweg 6
D-2114 Hollenstedt(DE)

⑯ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH FR GB IT LI SE

⑯ Vertreter: Blumbach Weser Bergen Kramer Zwirner
Hoffmann Patentanwälte
Radeckestrasse 43
D-8000 München 60(DE)

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum Kühlen von Gefäßteilen eines metallurgischen Ofens, insbesondere eines Lichtbogenofens.

⑯ Zum Kühlen von Gefäßteilen eines metallurgischen Ofens wird die Temperaturverteilung auf der Wärmeaus tauschfläche (2) erfaßt und auf diese nur so lange Kühlflüssigkeit aufgesprührt, so lange der Meßwert an der betreffenden Stelle oberhalb des Siedepunktes der Kühlflüssigkeit liegt und ferner die aufgesprühte Menge auf einen Wert begrenzt, bei dem es unter Vermeidung eines zusammen hängenden Flüssigkeitsfilms zu einer spontanen Verdampfung der Kühlflüssigkeit kommt. (Fig. 1).



EP 0 044 512 A1

Patentconsult Radeckestraße 43 8000 München 60 Telefon (089) 883603/883604 Telex 05-212313 Telegramme Patentconsult
Patentconsult Sonnenberger Straße 43 6200 Wiesbaden Telefon (06121) 562943/561998 Telex 04-186237 Telegramme Patentconsult

Korf-Stahl AG

Moltkestr. 15

7570 Baden-Baden

1

80/0108 EPC

Verfahren und Vorrichtung zum Kühlung von Gefäßteilen
eines metallurgischen Ofens, insbesondere eines Licht-
bogenofens

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff
des Patentanspruchs 1. Ferner bezieht sie sich auf eine
10 Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Bei der Kühlung eines thermisch hoch beanspruchten Wandbe-
reichs eines metallurgischen Ofens, insbesondere eines Licht-
bogenofens, mit örtlich und zeitlich stark schwankender
15 thermischer Beanspruchung der Wand besteht das Problem,
ein Filmsieden zu verhindern, d. h. ein Auftreten von dünnen
Dampfschichten an der Wärmeaustauschfläche, da diese stark
wärmeisolierend wirken, an dieser Stelle den Wärmeaustausch
stark herabsetzen und es insbesondere bei Wasserkühlkästen,
20 die selbst die Ofenwandung bilden, zu einer Beschädigung
durch örtliche Überhitzung kommen kann. Um ein Filmsieden
zu verhindern, ist es üblich, die Strömungsgeschwindigkeit
des Kühlmittels im Bereich der Wärmeaustauschfläche zu
erhöhen. Dies wird bei der Kühleinrichtung nach der DE-AS
25 1 108 372 dadurch erreicht, daß die Kühlflüssigkeit der
Wärmeaustauschfläche über mehrere Düsen zugeführt wird,

- 1 die knapp oberhalb dieser Fläche liegen. Bei dem metallurgischen Ofen gemäß der DE-OS 27 22 681 wird die hohe Strömungsgeschwindigkeit und damit ein Verdampfen der Kühlflüssigkeit durch Verengen des Strömungsquerschnittes des
- 5 Strömungskanals erreicht.

Bei Kühlwassersystemen mit zwangsgeführten Kühlwasserströmen werden an der Wärmeaustauschfläche Wärmeübergangskoeffizienten von 1000 bis 3000 W/K·m² erreicht, die allerdings Strömungsgeschwindigkeiten von 1 - 3 m/sec erforderlich machen. Bei wassergekühlten Ofenwänden oberhalb der Schmelzzone und einem Temperaturanstieg im Kühlwasser von \approx 10 K lassen sich unter günstigen Bedingungen spezifische Kühlwasserverbrauchszahlen von 30 bis 50 l Wasser/m²·min erzielen. Im allgemeinen liegen diese Verbrauchszahlen jedoch bei \approx 100 l Wasser/m²·min.

Diese Verbrauchszahlen führen bei offenen Kühlwassersystemen, vorzugsweise in Ländern mit Wassermangel, zu einer erheblichen Kostenbelastung des Elektroofenverfahrens. Bei Verwendung geschlossener Kühlwasserkreisläufe wird die Einrichtung großer Pump-, Kühl- und Aufbereitungskapazitäten erforderlich.

25 Bei Ausnutzung der Verdampfungswärme des Wassers von 2257 KJ/Kg sowie der bei der Verdampfungskühlung erreichbaren Wärmeübergangskoeffizienten von 10000 bis 20000 W/K·m² wäre ein wesentlich wirtschaftlicherer Betrieb möglich.

30 Verdampfungskühlsysteme werden bereits in vielfältiger Weise bei technischen Einrichtungen genutzt. Bei metallurgischen Öfen wird diese Kühltechnik beispielsweise an Hochöfen angewendet. Diese Öfen sind infolge der kontinuierlichen Prozeßführung durch weitgehend stationäre Be-

- 1 triebszustände gekennzeichnet und liefern damit nahezu konstante Wärmestromdichten an den Wärmeaustauschflächen. Diese Hochofenkühlsysteme können somit wie allgemein bekannte Abhitzeverwertesysteme betrieben werden.
- 5 Derartige Verdampfungskühlsysteme, die stets bei hohen Systemdrücken arbeiten, sind bei chargenweise betriebenen Elektroöfen nicht einsetzbar, da während des Schmelzverlaufes über die Außenflächen eines Elektroofens räumlich und zeitlich erheblich schwankende Wärmeströme abgeführt
- 10 werden müssen.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einem Verfahren bzw. einer Vorrichtung der einleitend genannten Art trotz starker örtlicher und zeitlicher Schwankungen der thermischen

- 15 Beanspruchung unter Ausnutzung der Verdampfungsenthalpie eine gute Kühlung über die gesamte Wärmeaustauschfläche zu erzielen. Es soll trotz der örtlichen und zeitlichen Schwankungen der thermischen Beanspruchung ein Filmsieden, das zu einer unzulässig hohen örtlichen thermischen Beanspruchung der Wärmeaustauschwand führt, sicher verhindert werden. Ziel der Erfindung ist ferner eine Vorrichtung
- 20 zur Durchführung des Verfahrens.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch die Merkmale des

- 25 Anspruchs 1, die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 8 gekennzeichnet. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den übrigen Ansprüchen zu entnehmen.

- 30 Durch die Erfindung lassen sich die Vorteile der Verdampfungskühlung auch für die Kühlung der Außenflächen eines Elektroofens nutzen. Ein wesentliches Merkmal dieser Erfindung ist, daß Elektroöfen bei sehr geringem Kühlwaserverbrauch auch unterhalb der Schmelz- und Schlackenzone gekühlt werden können, ohne daß eine Beeinträchtigung
- 35

1 der Betriebssicherheit gegeben ist.

Das erfindungsgemäße Kühlsystem arbeitet bei Normaldruck oder einem geringfügig über 1 bar liegenden Druck und gewährleistet die Anpassung an die instationären Betriebszustände eines Elektroofens, ohne daß gefährliche Kühlwasseransammlungen an der Ofengefäßwand auftreten.

Dies wird durch das Auftragen feinverteilter Kühlwassermengen mit definiertem Tropfenspektrum auf die zu kühlenden Außenflächen erreicht, wobei durch eine Temperaturmeßeinrichtung gewährleistet ist, daß bei Kühlmittelzufuhr die Außenflächentemperatur stets mindestens der Siedetemperatur des Wassers entspricht, damit eine spontane Verdampfung des Kühlwassers eintritt und die Ausbildung zusammenhängender Flüssigkeitsfilme auf der Wärmeaustauschfläche unterbleibt.

Im Gegensatz zu bekannten Kühlsystemen, wie zum Beispiel in der Offenlegungsschrift 1 934 486 beschrieben, wird bei der hier dargelegten Kühlung das Auftreten koexistierender flüssiger und gasförmiger Phasen bewußt vermieden.

Bei üblichen Verlustleistungen von 29 KW/m² bei Elektroöfen im Bereich oberhalb der Schmelze kann mit dieser Technik ein Kühlwasserverbrauch von 0,6 l Wasser/m² · min erreicht werden.

Der entsprechende theoretische Kühlwasserverbrauch bei einem mit Zwangskonvektion arbeitenden heutigen Kühlsystem liegt bei 41 l Wasser/m² · min.

Zur Erzeugung feinverteilter Wasserströme sind handelsübliche Präzisionsdüsen, zum Beispiel Hohlkegel-, Vollkegel- oder Pneumatikzerstäuberdüsen, geeignet.

- 1 Schwingend-mechanisch arbeitende Zerstäubereinrichtungen, die beispielsweise mit Ultraschall angeregt werden, können ebenfalls Anwendung finden.
- 5 Vorzugsweise wird das Kühlmittel mit gleichbleibender Strahlbreite, gleichbleibendem Tropfenspektrum (0 - 100 μm) und gleichbleibender Tropfengeschwindigkeit (20 - 40 m/sec) auf die zu kühlende Fläche aufgebracht.
- 10 Beispiele für die Verwirklichung des Erfindungsgedankens werden in den nachfolgend beschriebenen Figuren dargestellt.

Die Fig. 1 zeigt ein Verdampfungskühlsystem 1 mit geschlossenem Kühlmittelkreislauf. Der Systemdruck beträgt ungefähr 1 bar. Das Kühlwasser wird durch Zerstäuberdüsen 3 in feinverteilter Tropfenform 4 auf die zu kühlende Fläche 2 aufgebracht. Die zu kühlende Fläche 2 und eine Befestigungsfläche 26 für die Düsen 3 bilden einen nach außen abgeschlossenen Raum. Der bei der Verdampfung entstehende Sattdampf wird mittels einer Sattdampfpumpe 5 durch eine Sattdampfleitung 22 dem Kondensator 6 zugeführt. Das dabei entstehende kondensierte Kühlmittel wird in einem Behälter 7 gesammelt und mit einer Flüssigkeitspumpe 8 in einen Druckbehälter 18 gepumpt. Der Druckbehälter 18 gewährleistet bei geöffnetem Ventil 20 einen weitgehend konstanten Flüssigkeitsdruck in der Zuleitung 19.

Teile des Kühlmittels, die unkontrolliert kondensieren, werden durch eine Kondensatrückführungsleitung 9 dem Behälter 7 zugeleitet.

Die Temperatur der zu kühlenden Fläche 2 wird mit einer Vielzahl voneinander unabhängiger Thermofühler 10 ständig gemessen. Bei einem örtlich begrenzten oder großflächigen

1 Überschreiten der unteren Grenztemperatur, die der Siedetemperatur des Wassers entspricht, werden die entsprechend räumlich zugeordneten Zerstäuberdüsen durch Öffnen der Ventile 20 betätigt. Das Kühlwasser wird dann mit gleichbleibendem Volumenstrom solange auf die Oberfläche 2 aufgebracht, bis die untere Grenztemperatur erreicht ist. Die Betriebsweise der Zerstäuberdüsen 3 ist somit intermittierend. Die Steuerung der Düseneinschaltzeiten kann durch einen Mikroprozessor 21 erfolgen, der die vielzähligen Temperaturmeßwerte verarbeitet und in entsprechende Befehle für die Ventilstellglieder umsetzt.

An Ofenbereichen, die räumlich und zeitlich stark schwankenden Wärmeflüssen ausgesetzt sind, können, wie in Fig. 1 dargestellt, die Düsen einzeln gesteuert werden. In Gebieten mit gleichmäßiger Wärmelastung werden mehrere Düsen gruppenweise gesteuert.

Nachfolgend werden die Kennzahlen eines Ausführungsbeispiels aufgeführt:

Wärmestromdichte	29,0 KW/m ² · min
Kühlwasserbedarf	0,6 l/m ² · min
Düsenart	Hohlkegeldüse
Düsenstrahlwinkel	80°
Volumenstrom / Düse	0,12 l/min
Druck am Düseneintritt	5,0 bar
Anzahl der Düsen / m ²	5
Abstand Düse / Wärmeaustauschfläche	300 mm

Die Fig. 2 zeigt die Anwendung des in Fig. 1 dargestellten Kühlverfahrens am Beispiel der Seitenwand 14 eines Elektrolichtbogenofens. In diesem Beispiel wird das Kühl- system auch in Ofengefäßbereichen angewandt, die unterhalb der Badoberfläche 11 liegen. Die Schmelze 12 befindet sich

1 in einem mit feuerfestem Material 13 ausgemauerten und
ausgestampften aus der Seitenwand 14 und dem Ofenboden 16
gebildeten Ofengefäßunterteil, das aus Stahl gefertigt
ist. Bei einer feuerfesten Neuzustellung des Elektrolicht-
5 bogenofens wird das Ofengefäß entsprechend Fig. 2 bis über
die Badoberfläche 11 ausgemauert. Der mit 15 gekennzeich-
nete Abschnitt der feuerfesten Ausmauerung wird entgegen
der in Fig. 2 dargestellten Kühltechnik bei herkömmlichen
wassergekühlten Wänden aus Sicherheitsgründen nur teil-
10 weise; und zwar von oben her bis zur Badoberfläche 11 ge-
kühlt. Da der Verschleiß der feuerfesten Baustoffe 13 im
wesentlichen auf chemische Umsetzungen mit der flüssigen
Schmelze 12 zurückzuführen und damit stark temperaturab-
hängig ist, ist bei einer Verwirklichung des Erfindungs-
15 gedankens entsprechend Fig. 2 mit einer erheblichen Ver-
minderung des Verbrauches an feuerfesten Werkstoffen im
Badbereich zu rechnen.

20 Durch die gezielte Wärmeabfuhr in dem mit 15 gekennzeich-
neten Bereich wird die Isotherme der unteren Reaktions-
grenztemperatur für die chemischen Verschleißreaktionen
genügend weit auf die dem Bad 12 zugewandte Seite der
feuerfesten Zustellung verlegt, so daß eine ausreichende
Reststeindicke und damit eine erhöhte Lebensdauer der Aus-
25 kleidung erreicht wird.

20 Die Fig. 3 zeigt die Anwendung des in Fig. 1 dargestellten
Kühlverfahrens am Beispiel einer im Boden 16 eines Elektro-
ofens eingesetzten Elektrode 17. Die Bodenelektrode 17 be-
steht aus einem Werkstoff mit geringem spezifischen elektri-
schen Widerstand und guter Wärmeleitfähigkeit. Bei den im
Schrifttum bekannt gewordenen Bodenelektroden wurde als
Elektrodenwerkstoff vorwiegend Kupfer verwendet.

35 Die Bodenelektrode 17 steht in elektrischem Kontakt mit der

1 elektrisch leitenden Schmelze 12 über eine erstarrte Teilmenge 23 der Schmelze und dient zur Abführung des elektrischen Stromes von der bei Gleichstrom- und Plasmaöfen im allgemeinen als Anode dienenden Schmelze 12.

5

Gegenüber den bisher bekannten Kühleinrichtungen für derartige Bodenelektroden, die ausschließlich mit zwangsgeführtem Kühlwasser arbeiten, führt eine Kühlung nach dem hier dargelegten Erfindungsgedanken neben einer Herab-

10 setzung der Kühlwasserverbrauchszahlen insbesondere zu einer bedeutenden Erhöhung der Betriebs- und Arbeitssicherheit.

Bei dem hier dargestellten Beispiel dient das Stromrohr 24,

15 das über die elektrisch leitende Befestigungsplatte 26 der Düsen 3 mit der Bodenelektrode 17 verbunden ist, zugleich als Sattdampfableitung 22. Die Bodenelektrode ist auswechselbar in der zylinderförmigen Halterung 25 befestigt.

20

25

30

35

1. Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen von Gefäßteilen eines metallurgischen Ofens, insbesondere eines Lichtbogenofens, mit
5 einem in den zu kühlenden Wandbereich eingesetzten oder den Wandbereich bildenden Kühlkasten, der eine Wärmeaustauschfläche enthält, auf die eine Kühlflüssigkeit aufgesprührt wird,
dadurch gekennzeichnet, daß die räumliche und zeitliche
10 Temperaturverteilung auf der Wärmeaustauschfläche durch eine Vielzahl unabhängiger Temperaturmeßstellen erfaßt und entsprechend den erhaltenen Meßwerten großflächig oder örtlich begrenzt Kühlflüssigkeit nur so lange auf den dem Meßwert zugeordneten Bereich der Wärmeaustausch-
15 fläche aufgesprührt wird, solange der betreffende Meßwert oberhalb des Siedepunktes der Kühlflüssigkeit liegt und daß die aufgesprühte Menge auf einen Wert begrenzt wird, bei dem es unter Vermeidung eines zusammenhängenden Flüssigkeitsfilms zu einer spontanen Verdampfung der
20 Kühlflüssigkeit kommt.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlflüssigkeit mit einer Tropfengröße von maximal 100 µm auf die Wärmeaustauschfläche aufgesprührt wird.
25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlflüssigkeit mittels Zerstäuberdüsen auf die Wärmeaustauschfläche aufgesprührt wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 gekennzeichnet durch seine Anwendung zur Kühlung des Deckels eines Elektroofens insbesondere eines Lichtbogenofens.
- 35 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 gekennzeichnet durch seine Anwendung zur Kühlung der Außenflächen

- 1 des Ofengefäßes eines metallurgischen Ofens unterhalb der Schmelz- und Schlackenzone.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5 gekennzeichnet durch seine Anwendung zur Kühlung eines mit dem Schmelzbad in Verbindung stehenden und am Ofengefäß austretenden elektrischen Kontaktstückes eines Elektroofens.
- 10 7. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, daß die verwendete Kühlflüssigkeit Wasser ist.
- 15 8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einem in den zu kühlenden Wandbereich eines metallurgischen Ofens, insbesondere eines Lichtbogenofens eingesetzten oder den Wandbereich bildenden Kühlkasten der eine Wärmeaustauschfläche und dieser gegenüberliegend eine Einrichtung zum Aufsprühen einer Kühlflüssigkeit auf die Wärmeaustauschfläche enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlflüssigkeit durch die Aufsprüheinrichtung auf verschiedene Bereiche der Wärmeaustauschfläche unterschiedlich dosiert aufsprühbar ist und die Steuerung der Aufsprüheinrichtung durch einen Mikroprozessor auf der Grundlage von Temperaturmeßwerten erfolgt, die durch eine Vielzahl von über die Wärmeaustauschfläche verteilt angeordneten Temperaturmeßgebern geliefert wird.

FIG. 1

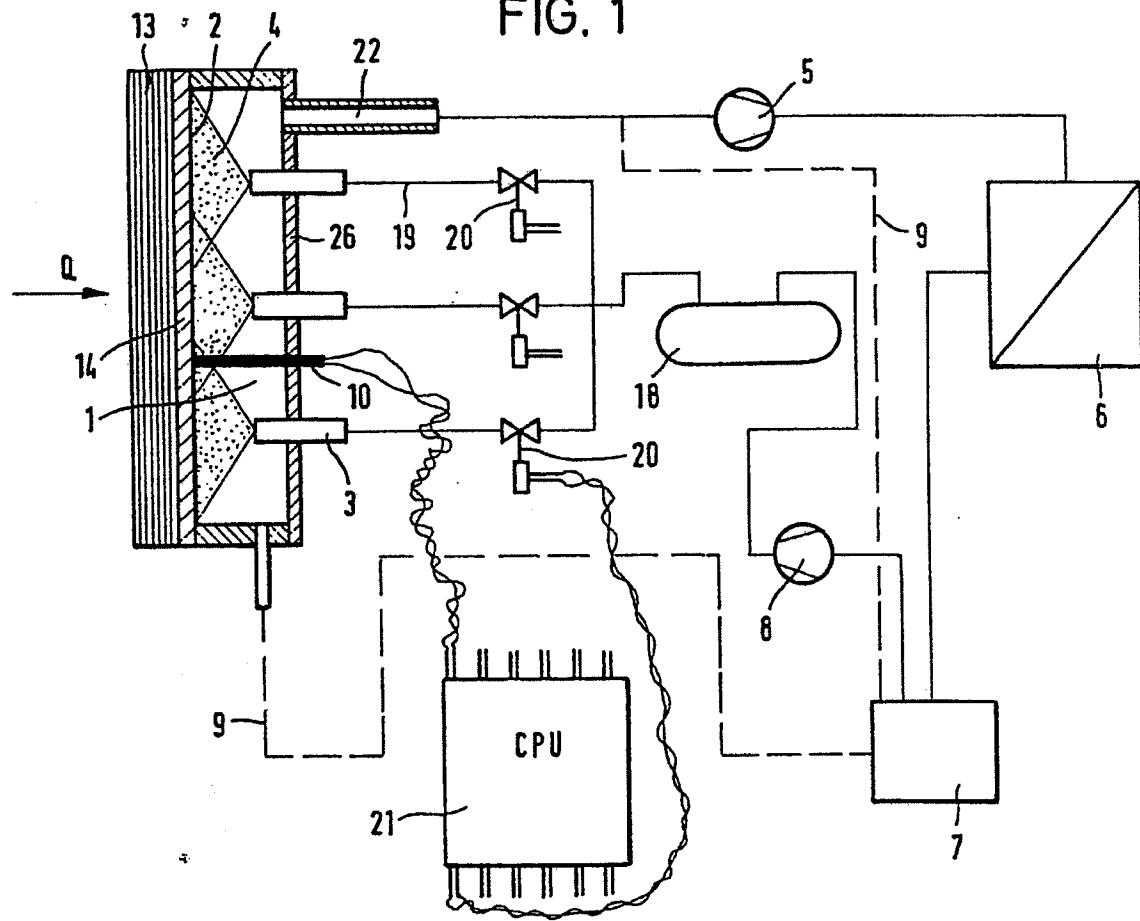
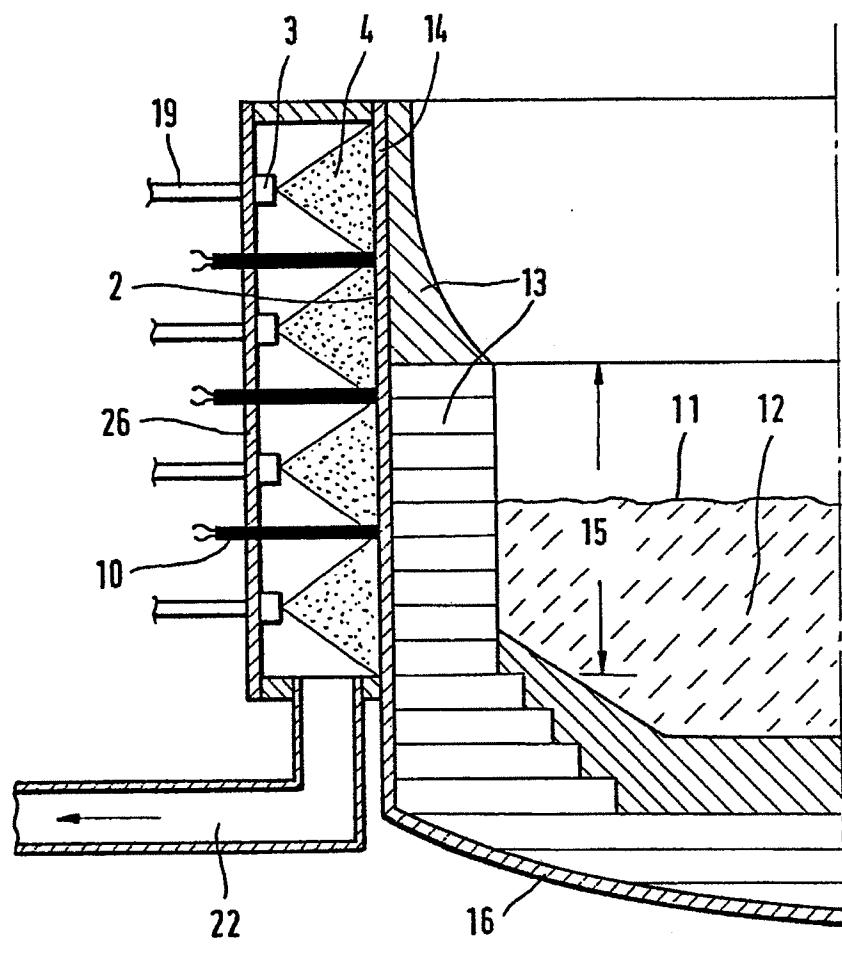
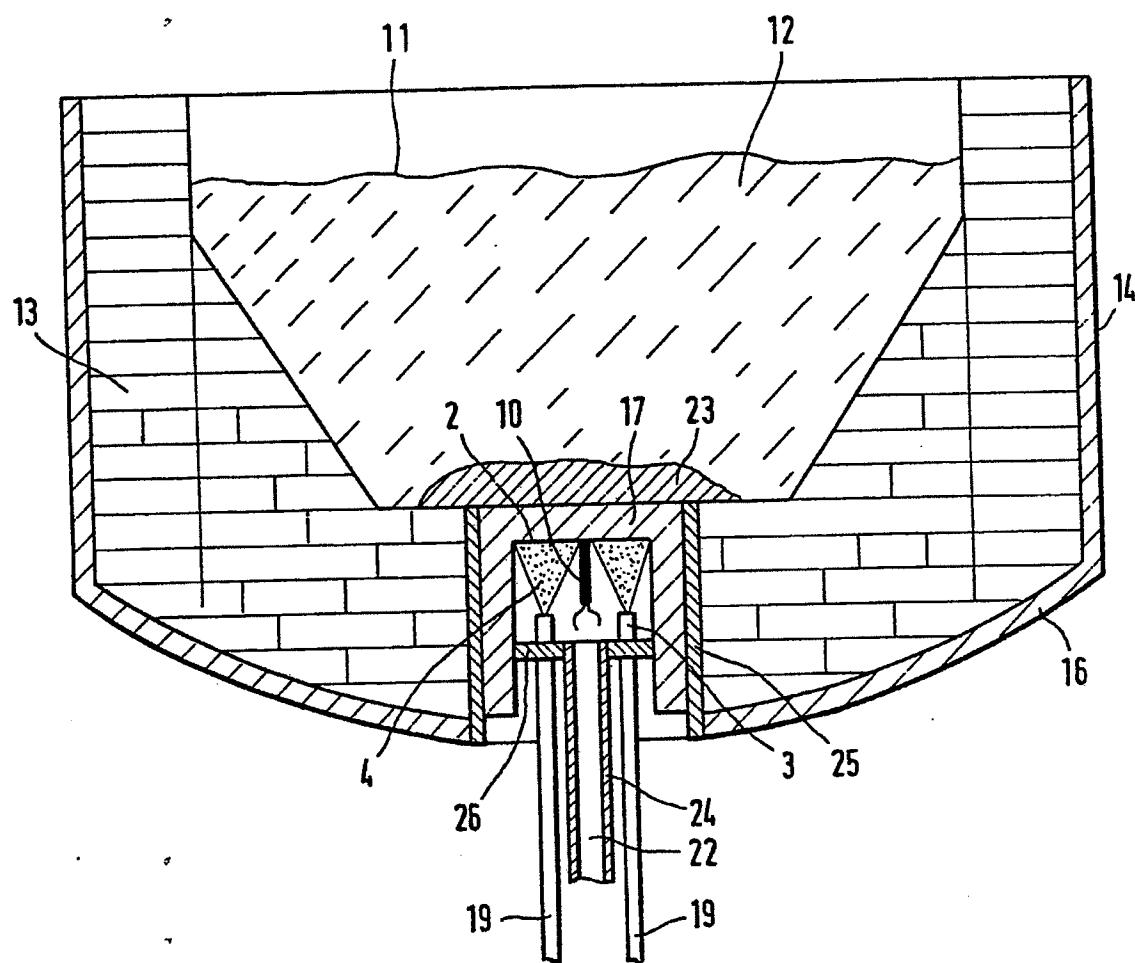


FIG. 2



3 / 3

FIG. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0044512

Nummer der Anmeldung
EP 81 10 5529

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile		
	<p><u>DE - B - 1 043 591</u> (STRICO GESELLSCHAFT FÜR METALLURGIE UND WÄRME-TECHNIK)</p> <p>* Patentansprüche 1-3; Figuren 1 und 2 *</p> <p>---</p> <p><u>DE - B - 1 133 083</u> (STRICO GESELLSCHAFT FÜR METALLURGIE UND WÄRME-TECHNIK)</p> <p>* Figuren; Patentansprüche 1-11; Seite 4, Zeilen 22-31 *</p> <p>---</p> <p><u>FR - A - 1 335 903</u> (BROWN BOVERI)</p> <p>* Figuren 1 und 2; Patentansprüche 1 und 2 *</p> <p>---</p> <p><u>US - A - 3 652 070</u> (H. SAGARA)</p> <p><u>US - A - 4 024 764</u> (J. SHIPMAN)</p> <p><u>US - A - 2 275 515</u> (G.S. DUNHAM)</p> <p><u>US - A - 2 671 658</u> (W.H. MOORE)</p> <p>-----</p> <p>-----</p>	1,3-5, 7,8	F 27 D 1/12 F 27 B 3/24 F 27 D 9/00
A		1,3,5, 7,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int Cl.)
			F 27 D 1/12 9/00 F 27 B 1/24 3/24 C 21 B 7/10 F 27 D 1/18
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument 8: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
	<p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p>		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prufer	
Den Haag	29.10.1981	ELSEN	